

, DE 19641414 A1, JP 09186208 A

**WEST**

Help

Logout

Main Menu | Search Form | Result Set | Show S Numbers | Edit S Numbers

Fast Hit

Previous Document

Next Document

Full | Title | Citation | Front | Review | Classification | Date | Reference | Claims | RWC

## Document Number 1

Entry 2 of 2

File: DWPI

Aug 24, 1999

DERWENT-ACC-NO: 1997-214226

DERWENT-WEEK: 199941

COPYRIGHT 2000 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Fault identification and classification method for semiconductor wafer  
- storing reference surface image compared by computer with one obtained by  
camera to generate difference image used to classify fault

INVENTOR: GOTOH, Y; KANBE, S; MORIMOTO, T; OKAMOTO, A; SUMIE, S;  
TAKAHASHI, E

PATENT-ASSIGNEE: ; KOBE SEIKO SHO KK[, KOBM], KTI SEMICONDUCTOR LTD[KOBM],  
TEXAS INSTR JAPAN CO LTD[TEXI], KOBE STEEL LTDPAN CO LTD[KOBM], KTI  
SEMICONDUCTOR KK LTD[KOBM], NIPPON TEXAS INSTR KKLTD[TEXI]

## PRIORITY-DATA:

1995JP-0261150

October 9, 1995

## PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
US 5943437 A	August 24, 1999	N/A	000	G06K009/00
DE 19641414 A1	April 10, 1997	N/A	024	H01L021/66
JP 09186208 A	July 15, 1997	N/A	015	H01L021/66

## APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-NO
US 5943437A	October 7, 1996	1996US-0725950	N/A
DE19641414A1	October 8, 1996	1996DE-1041414	N/A
JP09186208A	October 2, 1996	1996JP-0261869	N/A

INT-CL (IPC): G01B 11/30; G01N 21/88; G06K 9/00; G06K 9/62; H01L 21/66

ABSTRACTED-PUB-NO: DE19641414A

## BASIC-ABSTRACT:

The classification process involves using a test image representing a fault free image of the surface of a semiconductor memory. The semiconductor wafer to be tested has both conductive path and non-conductive path regions.

The test image is formed by the luminance of the conductor tracks and the regions in between. The data is stored in memory (3). This is compared with the actual image obtained by a camera (2) from a chip (1) and is also stored in memory. The memory data is processed by a computer (4) to generate a difference image that is then used to classify the type of error identified.

USE/ADVANTAGE - Semiconductor wafer checking efficient fault classification

**Best Available Copy**

(43)公開日 平成9年(1997)7月15日

(21)出願番号	特願平8-261869	(71)出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号
(22)出願日	平成8年(1996)10月2日	(71)出願人	390020248 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 東京都港区北青山3丁目6番12号 青山富士ビル
(31)優先権主張番号	特願平7-261150	(71)出願人	595143023 ケーティーアイ・セミコンダクター株式会社 兵庫県西脇市平野町302番地の2
(32)優先日	平7(1995)10月9日	(74)代理人	弁理士 本庄 武男
(33)優先権主張国	日本(JP)		

最終頁に続く

出力装置5

プリンタ

CRT

コンピュータ4

演算装置

制御用データ

4b

4a

記憶部の処理

非記憶部の処理

画像処理部3

画像コントロール

3b

3a2

AND処理部

3a1

OR処理部

画像メモリ(1) (検査画像)

3d

画像メモリ(2) (基準画像)

3c

画像メモリ(3) (記憶用マスク)

3f

画像メモリ(4) (欠損領域抽出画像) (2値: 欠損マスク)

3e

画像メモリ(5) (記憶用マスク)

3g

画像メモリ(6) (非記憶領域抽出画像) (2値: 非記憶マスク)

画像取り込み部2

2c

A/D変換部

2b

カメラ

2a

図1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域における配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度を抽出し、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項2】 半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出し、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対的な関係に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項3】 半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃淡差画像を作成し、上記濃淡差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成し、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像を作成し、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理し、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項4】 上記濃淡差画像に施される処理が、上記濃淡差画像を2値化すると共に、2値化して得た2値化画像を拡大処理して欠陥領域抽出画像を作成することである請求項3記載の半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項5】 上記拡大処理が上記2値化画像を上記ウエハの配線に対して直交する方向へ所定量だけ拡大することである請求項4記載の半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項6】 上記アンド処理により作成された配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像の画素数と、輝度値若しくは光強度の平均値とに基づいて欠陥の種類を判別してなる請求項3記載の半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項7】 上記判別が欠陥の発生プロセスを特定することである請求項1～6のいずれかに記載の半導体ウエハの欠陥分類方法。

【請求項8】 半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域における配線部及び／若しくは非配線部の画像の輝度又は光強度を抽出する第1の抽出手段と、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別する第1の判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置。

【請求項9】 半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記

画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出する第2の抽出手段と、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対的な関係に基づいて欠陥の種類を判別する第2の判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置。

【請求項10】 半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃淡差画像を作成する濃淡差画像作成手段と、上記濃淡差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成する欠陥領域抽出画像作成手段と、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像を作成する配線部／非配線部抽出画像作成手段と、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理するアンド処理手段と、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別する欠陥判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置。

【請求項11】 上記欠陥領域抽出画像作成手段が、上記濃淡差画像を2値化すると共に、2値化して得た2値化画像を拡大処理して欠陥領域抽出画像を作成する請求項10記載の半導体ウエハの欠陥分類装置。

【請求項12】 上記拡大処理が上記2値化画像を上記ウエハの配線に対して直交する方向へ所定量だけ拡大することである請求項11記載の半導体ウエハの欠陥分類装置。

【請求項13】 上記欠陥判別手段が、上記アンド出力により定められた配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像の画素数と、輝度値若しくは光強度の平均値とに基づいて欠陥の種類を判別してなる請求項10記載の半導体ウエハの欠陥分類装置。

【請求項14】 上記判別が欠陥の発生プロセスを特定することである請求項8～13のいずれかに記載の半導体ウエハの欠陥分類装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハの欠陥の種類を自動的に分類する方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、半導体ウエハを用いた集積回路の製造プロセスにおいて、クリーンルームに持ち込まれたほこり、製造装置の内部で発生した粒子のウエハへの付着、あるいはそれらが正常なプロセスを妨害するためにウエハに生じる異常領域（以下、「欠陥」という）が、歩留りや製品の品質に致命的な影響を与える。このような欠陥の低減のためには、欠陥の種類を識別して、その欠陥が発生したプロセスに迅速にフィードバックをかけることが効果的である。このため、欠陥の自動分類

技術の確立および欠陥の自動分類装置が強く望まれていた。そこで例えば図9に示すような自動欠陥分類装置A<sub>0</sub>が開発された(特公平5-13256号参照)。同図中、被検査物(ウエハ)51の形状はカメラ52により撮像され、A/D変換器53により離散的デジタル信号よりなる画像信号(被検査画像)に変換される。次にこの画像信号は欠陥領域抽出回路54に入力され、予め画像メモリ(1)54aに格納されている無欠陥ウエハの基準画像と比較器54bによって比較されることにより、欠陥領域を"1"、欠陥以外の領域を"0"とする2値データで構成される欠陥領域抽出データが得られる。2値の欠陥領域抽出データはさらに形状特徴抽出回路55に送られ、画像メモリ(2)55aに転送される。画像メモリ(3)55bには、基準画像を複数のパターン(配線)部分領域に分割し、各パターン部分領域が区別できるように符号化したパターンデータが格納されている。コンピュータ55cによりこのパターンデータと、画像メモリ(2)55aに保存された2値の欠陥領域抽出データとが比較され、欠陥領域の大きさ、欠陥領域内で各パターン部分が占める面積など、欠陥領域に関する特徴量が求められる。これら特徴量に基づいて、欠陥分類用コンピュータ56により欠陥が分類される。

【0003】図10は上記従来装置A<sub>0</sub>により欠陥が分類される様子を表した例である。この例では、配線部が白抜きで表されている。欠陥領域抽出回路54による被検査画像と基準画像との比較により、2値の欠陥領域抽出データが得られる。さらにこのデータが形状特徴抽出回路55に送られて、ここで"0"、"1"、"2"と符号化されたパターン部分領域と比較されることによって、S0～S2の各面積が取得される。そして、欠陥分類用コンピュータ56によりこれらの面積が比較されることによって、配線の突起・欠け・配線などが判断される(欠陥の種類が分類される)。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記したような従来の自動欠陥分類装置A<sub>0</sub>では、2値画像データによって欠陥の種類を分類するため、欠陥の面積や幅、周囲長さなど幾何学的な情報にのみ依存した分類に制限される。従って、欠陥の種類の種類は配線の突起、欠け、断線などを判断することに止まっていて、製造プロセスで発生した欠陥の種類を識別して、その欠陥が発生したプロセスに迅速にフィードバックをかけることを目的としたような高度な欠陥分類は不可能である。またここでは画像メモリ(3)55bに検出対象となる領域すべてのパターン領域データを持たねばならないため、メモリ量が膨大になることが懸念される。本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その主たる目的とするところは上記高度な欠陥分類を行いうる半導体ウエハの欠陥分類方法及びその装置を提供することである。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域における配線部及び/若しくは非配線部の輝度又は光強度を抽出し、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法として構成されている。上記半導体ウエハの欠陥分類方法では、2値画像データにより欠陥分類を行う従来の例とは異なり、欠陥領域の輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別を行うため、例えば半導体ウエハの製造プロセスにおいて、欠陥の発生したプロセスを特定するような高度な欠陥分類を行うことができる。また、第2の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び/若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出し、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対的な関係に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法として構成されている。このため、例えば半導体ウエハ上に複数の配線材料が用いられる等して製造プロセスが複雑になっている場合でも、欠陥が発生したプロセスを特定することができ、高度な欠陥分類を行うことができる。また、第3の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃淡差画像を作成し、上記濃淡差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成し、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び/若しくは非配線部抽出画像を作成し、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び/若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理し、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法として構成されている。上記半導体ウエハの欠陥分類方法では、上記濃淡差画像及び基準画像を例えば所定のしきい値で2値化することにより欠陥判別の対象となる画像情報を特定しているから、コンピュータ等による欠陥分類のための演算処理が軽減され、欠陥の分類自体は、欠陥領域の輝度又は光強度に基づいて行われるから、高度な分類を行うことが可能となる。

【0006】さらに、上記半導体ウエハの欠陥分類方法において、上記濃淡差画像を2値化して2値化画像を作成し、該2値化画像を拡大処理することにより欠陥領域抽出画像を作成すれば、例えば検査対象を撮像する光学手段の分解能不足のためにあいまいとなった上記配線領域と非配線領域との境界部分の輝度情報や画像中のノイズ等の影響を除去して欠陥の分類性能をより向上させることができる。例えば、上記2値化画像を上記ウエハの

配線に対して直交する方向へ所定量だけ拡大すれば、欠陥分類時の基準となる画像内で上記境界部分やノイズの占める割合が減少するから、誤判断の原因となる情報の影響を受けにくくなり、欠陥分類の信頼性が向上する。また、上記半導体ウエハの欠陥分類方法において、上記アンド処理により作成された配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像の画素数と、輝度値若しくは光強度の平均値とに基づいて欠陥の種類を判別すれば、欠陥の輝度値若しくは光強度の平均値だけでなく、欠陥の大きさからも欠陥を分類することができるので、ノイズ等で生じた小欠陥領域により欠陥の分類を誤ることが防止される。従って、欠陥分類の信頼性が向上する。また、上記判別を欠陥の発生プロセスを特定するために用いれば、欠陥が発生したプロセスに迅速にフィードバックをかけることができ、半導体ウエハの製造プロセスにおいて歩留りや製品の性質を向上させることができる。

【0007】また、第4の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域における配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度を抽出する第1の抽出手段と、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別する第1の判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置として構成されている。このため、上記第1の発明方法を適用して、高度な欠陥分類を行うことができる。また、撮像した画像の欠陥領域のみを抽出することにより欠陥の判別を行うから、画像を記憶するためのメモリ量を減少させることができる。また、第5の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出する第2の抽出手段と、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対的な関係に基づいて欠陥の種類を判別する第2の判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置として構成されている。このため、上記第2の発明方法を適用して、製造プロセスが複雑であっても、欠陥が生じたプロセスを特定することが可能である。また、第6の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃淡差画像を作成する濃淡差画像作成手段と、上記濃淡差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成する欠陥領域抽出画像作成手段と、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像を作成する配線部／非配線部抽出画像作成手段と、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理するアンド処理手段と、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別する欠陥判別手段と

を具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置として構成されている。このため上記第3の発明方法を適用して、上記欠陥判別手段の処理を軽減することができるから、高速に欠陥の生じたプロセスを特定することができる。

【0008】さらに、上記欠陥領域抽出画像作成手段により、上記濃淡差画像を2値化すると共に、2値化して得た2値化画像を拡大処理すれば、画像中に含まれるノイズ等の影響を受けにくくなり装置の信頼性をより向上させることができる。上記装置において、例えば、上記拡大処理により上記2値化画像を上記ウエハの配線に対して直交する方向へ所定量だけ拡大すれば、欠陥の種類を特定する場合に求める輝度値若しくは光強度の平均値から上記ノイズ等の影響を除去することができる。さらに、上記欠陥判別手段により、上記アンド出力により定められた配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像の画素数と、輝度値若しくは光強度の平均値とに基づいて欠陥の種類を判別すれば、輝度値若しくは光強度の平均値のみで欠陥を分類する場合と較べて、欠陥の大きさの相対的な関係を考慮することができるから、欠陥分類の信頼性をより向上させることができる。さらには、上記判別により欠陥の発生プロセスを特定すれば、欠陥が発生したプロセスに迅速にフィードバックをかけることができ、半導体ウエハの製造プロセスにおける歩留りや製品の品質を向上させることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】及び

【実施例】以下添付図面を参照して、本発明の実施の形態及び実施例について説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施の形態及び実施例は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに、図1は本発明の実施の形態及び実施例に係る半導体ウエハの欠陥分類方法の概略構成を示すフロー図、図2は上記方法を適用可能な装置Aの概略構成を示すブロック図、図3及び図4は装置Aの動作の基本原則を示す説明図、図5及び図6は欠陥の生じるメカニズムを示す説明図、図7及び図8は装置Aにおける誤分類を防止する技術の説明するための図である。

【0010】図1に示す如く第1～第3の発明に係る半導体ウエハの欠陥分類方法は、半導体ウエハにおいて得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥の種類を分類する点で従来例と同様である。しかし、第1の発明では、上記画像中の欠陥領域における配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度を抽出し（第1の抽出工程）、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別する（第1の判別工程）点で従来例と異なる。また、第2の発明では、上記画像中の欠陥領域の画像と無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出し（第2の抽出工程）、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対

的な関係に基づいて欠陥の種類を判別する(第2の判別工程)点で従来例と異なる。更に、第3の発明では、上記画像中の欠陥領域の画像と無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃度差画像を作成し(濃度差画像作成工程)、上記濃度差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成し(欠陥領域抽出画像作成工程)、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び/若しくは非配線部抽出画像を作成し(配線部/非配線部抽出画像作成工程)、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び/若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理し(アンド処理工程)、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別する(欠陥判別工程)点で従来例と異なる。

【0011】また第4～第6の発明に係る半導体ウエハの欠陥分類装置は、上記第1～第3の発明方法をそれぞれ適用しうる装置であり、各工程に対応した手段をそれぞれ具備することにより構成されている。図2はそのような装置の具体的例を示したものである。以下、図2を用いて本発明(第1～第6の発明)をより具体化すると共に、その基本原理をも説明する。図2に示す如く、本発明の実施の形態及び実施例に係る半導体ウエハの欠陥分類装置Aは、主として顕微鏡2a、カメラ2b、A/D変換器2cよりなる画像取り込み部2、画像を処理して必要な情報を取り出す画像処理部3、画像処理部3から出力された輝度情報を基に欠陥の種類を分類するコンピュータ4、およびプリンタ5aやCRT5bよりなる出力装置5より構成されている。

【0012】この内、画像処理部3が、第1の発明の第1の抽出工程を実行する第4の発明の第1の抽出手段、第2の発明の第2の抽出工程を実行する第5の発明の第2の抽出手段及び第3の発明の濃淡差画像工程、欠陥領域抽出画像作成工程、配線部/非配線部抽出画像作成工程、アンド処理工程をそれぞれ実行する第6の発明の濃淡差画像作成手段、欠陥領域抽出画像作成手段、配線部/非配線部抽出画像作成手段、アンド処理手段にそれぞれ相当する。またコンピュータ4が、第2の発明の第1の判別工程を実行する第4の発明の第1の判別手段、第2の発明の第2の判別工程を実行する第5の発明の第2の判別手段、第3の発明の欠陥判別工程を実施する第6の発明の欠陥判別手段にそれぞれ相当する。以下、本発明の特徴をなす画像処理部3の動作を中心に詳細に説明する。尚、画像処理はほとんどの場合、図2に記載された画像処理回路3aを仲介して行われるが、本発明の本質を効果的に伝えるために、ここでは画像処理回路3aの働きについては、必要最小限の説明に止めている。また、各動作の説明は図1に示した各工程に対応させている。

【0013】〈画像取り込み工程〉被検査ウエハ1中の欠陥は画像取り込み部2の顕微鏡2aにより拡大され、カメラ2bにより映像として取り込まれる。そして、A

/D変換器2cによって離散的なデジタル信号に変換された後、検査画像として画像処理部3の画像メモリ(1)3bに取り込まれる。

〈濃淡差画像作成工程(第1、第2の抽出工程の一部)〉画像メモリ(2)3cには検査画像と同種の、欠陥を含まない正常なウエハ(無欠陥ウエハ)の基準画像があらかじめ格納されている。次に検査画像と基準画像の各画像についてそれぞれ輝度の差が計算され、画像全体について処理された後、画像メモリ(3)3dに格納される。もし検査画像と基準画像に位置ずれがあれば、例えば両画像に対し相関演算を行うなどして位置補正を行った後に、引き算処理を行えばよい。これにより、濃淡差画像の品質を向上させることができる。ここで重要なことは、画像メモリ(3)3dの画像は濃淡の情報(デジタル値で、濃淡の階調はA/D変換器2cの分解能で決まる)を含んでいることである。即ち、欠陥の判別時に用いられる画像が濃淡画像であれば、例えば材料等の相違により生じる輝度若しくは光強度の違いに基づいて判別をより詳細に行うことができる。但し、濃淡画像は2値画像に較べて必要となる情報量が多いので以下の通り処理を軽減する。

【0014】〈欠陥領域抽出画像作成工程(第1、第2の抽出工程の一部)〉濃淡差画像は適切なしきい値によって2値化され、ノイズ除去等の基礎的な画像処理を施されることによって、欠陥領域は"1"、欠陥以外の領域は"0"の値で表されたマスクとなる(以下、画像メモリ(4)3eに格納された画像を「欠陥マスク」という)。

〈配線部/非配線部抽出画像作成工程(第1、第2の抽出工程の一部)〉欠陥マスクを作成する処理とは別個に、配線部および非配線部を抽出する処理が行われる。即ち画像メモリ(2)3cに格納されている基準画像を、適切なしきい値により2値化(しきい値以上の画像を"1"とし、それ以外を"0"に変換)し、ノイズ除去等の処理を施すと、配線部だけが抽出され、これが画像メモリ(5)3fに格納される。画像メモリ(5)3fに格納された画像は、配線部は"1"、非配線部は"0"の値で表されたマスクとなる(以下、画像メモリ(5)3fに格納された画像を「配線マスク」という)。また配線マスク作成時と逆の2値化処理(しきい値以上の画素を"0"とし、それ以外を"1"に変換)をするか、あるいは配線マスクをNOT("0"と"1"の交換)処理することにより、非配線部を表すマスクが作成され、画像メモリ(6)3gに格納される(以下、画像メモリ(6)3gに格納された画像を「非配線マスク」という)。

【0015】〈アンド処理工程(第1、第2の抽出工程の一部)〉次に配線部および非配線部の輝度を抽出する処理について述べる。画像処理回路3aのアンド処理部3a1のアンド(1)に、画像メモリ(3)3dの濃淡

差画像、画像メモリ(4)3eの欠陥マスク、画像メモリ(5)3fの配線マスクがそれぞれ入力される。またここでのアンド(1)は、欠陥マスクと配線マスクの各画素で、共に“1”の値をもっている場所における濃淡差画像の画素の輝度を出力する働きをする。従って、アンド(1)の出力は、配線部における欠陥領域と配線領域の輝度の差の画像情報となる。この画像情報は画素輝度計算部3a2に送られ、各画素輝度の平均値が計算される。そして配線部の輝度を示す情報としてコンピュータ4に送られる。非配線部についても同様の処理が行われ、非配線部の輝度を示す情報がコンピュータ4に送られる。

【0016】〈欠陥判別工程(第1、第2の判別工程)〉コンピュータ4では、予め設定されている分類用データ4aを基に、演算装置4bにより配線部・非配線部の輝度の判別処理が行われる。そして出力装置5のプリンタ5aおよびCRT5bにより分類結果が出力される。図3と図4とにそれぞれ非配線部と配線部とに欠陥がある場合の、上記動作手順に従った画像の変化を示す。図3、図4では、配線部の輝度は明るいものとして、また非配線部の輝度は暗いものとして描かれており、明るい(白い)ほどデジタル化されたときの値が大きいものとした。また、欠陥・配線・非配線の各マスクにおいて、白は“1”、黒は“0”の値をもっている。アンド処理部3a1では、各マスクが白の部分の濃淡差画像のデジタル化された数値が出力され、これにより欠陥の輝度の平均値が抽出されるものとした。例えば図3では、非配線部の欠陥の輝度の平均値が“65”の値で抽出され、図4では、配線部の欠陥の輝度の平均値が“120”の値で抽出されている。

【0017】次に、図3や図4に示した欠陥が、半導体製造プロセスにおいてどのようにして発生するのかを説明する。これにより、本発明が実際の半導体プロセスの欠陥分類に有用であることが明らかにされる。

〈非配線部に欠陥が生じるメカニズム〉図5に非配線部に欠陥が生じるメカニズムを示す。まず半導体ウエハ基板である絶縁材の上に配線材料1および2を成膜した後、エッチングを阻止するためのレジストを塗布し、配線パターン形状にレジストを残す。このときの状態を図5(a)に示す。次にエッチング工程に移行する。この時、図5(a)に示すように既に異物が付着していれば、異物がレジストの働きをしてエッチングを阻止する。このために、図5(b)に示すように、非配線部に配線材料1が現れる。また、図5(c)は、配線材料1のエッチングが終了した後に、異物が付着した状態を示している。この場合は、図5(d)に示すように、非配線部に配線材料2が現れる。一般に配線材料1、2には異なる材料が用いられるため、欠陥部の非配線材料の輝度は異なる。本発明では輝度情報がコンピュータ4に入力され、分類用データ4aに従って分類されるので、図

5の(b)の状態と(d)の状態とを識別できる。従って、欠陥の発生プロセスを特定できるため、当該プロセスに迅速にフィードバックをかけることが可能となる。

【0018】〈配線部に欠陥が生じるメカニズム〉図6に配線部に欠陥が生じるメカニズムを示す。まず図6(a)は、絶縁材の上に配線材料2が成膜された状態を示している。次に配線材料1の成膜を行うのであるが、この時、図5(a)に示すように既に異物が付着していれば、配線材料1は、異物の付着した場所では、図6(b)に示すように、異物の上に形成される。次に洗浄などで異物と異物上の配線材料1とが除去された後、配線パターン形状にレジストが形成され、エッチングが行われる。すると、異物が付着していた場所では、配線部に配線材料2が露出する。配線材料1と2とでは輝度が異なるため、これが欠陥として検出される。配線材料が3種類以上存在する場合では、それらの輝度は一般に異なるため、その輝度情報を利用することにより、欠陥の発生プロセスを特定することができる。従って非配線部の欠陥の場合と同様に、当該プロセスに迅速にフィードバックをかけることが可能となる。

【0019】続いて、上記半導体ウエハの欠陥分類方法及び装置において、例えば配線部と非配線部との境界部分に表れる誤った輝度情報やノイズ等が欠陥の分類に悪影響を及ぼすような場合の誤判断防止技術について詳述する。

〈誤判断の原因となる画像情報の影響の除去〉検査対象が例えば半導体デバイスのような微細な構造を有するものである場合、検査画像の撮像の際に用いられる顕微鏡2aの分解能が不足し、本来非配線部内にしかない欠陥が配線部の一部にも存在するように撮像されてしまう場合がある。即ち、非配線部内の欠陥の輝度が高く、非配線部との境界付近にある配線部の一部までが明るく撮像されてしまうような場合である。この場合、誤判断を防止するために画像情報を加工する必要が生じることがある。図7は欠陥が非配線部と配線部の一部とに存在すると撮像された場合の画像の変化を示す図である。但し、実際には配線部の一部にみられる明るい部分は、非配線部に存在する欠陥の輝度に影響を受けて撮像されたものである。この場合には、図7(g)及び(h)に示すように、配線部と非配線部との両方に欠陥マスクが形成されてしまう。配線部にある欠陥領域内の輝度の平均値は図7(g)のように60となっており、あたかも配線部にも欠陥が存在していることを示しているようである。この誤判断は、欠陥マスクがその性質上欠陥のある部分についてのみ画像を抽出するから、配線部の欠陥に挟まれた配線部の他の殆どの領域では輝度の変化がないという情報を利用できないことに起因している。そこで、上記のような場合には、画像から得られる情報の加工を行う。その一つが欠陥マスクの拡大である。例えば、図8に示す例では、上記濃淡差画像を2値化して作成した欠



陥マスクを他の欠陥マスクと連結するまで、ウエハの配線に直交する方向へ拡大している。欠陥マスクを大きくすると、配線部の一部が明るくなった画素と、輝度変化のない配線部の画素をも含んで配線部の輝度の平均値を求めるので、配線部にある欠陥領域の輝度の平均値が10にまで低下する。即ち、ウエハの配線方向に直交する方向へ欠陥マスクを拡大した場合に、その輝度の平均値が大きく減少すれば、欠陥は存在しないと判定することができる。従って、上記半導体ウエハの欠陥分類方法及び装置は、上記境界付近のあいまいな輝度情報等の一部の輝度情報による悪影響を受けにくくなり、欠陥分類の信頼性が向上する。また、上記悪影響を除去する他の技術として欠陥の大きさを比較する技術が挙げられる。例えば、輝度の平均値を取得する際に、配線部及び非配線部の欠陥領域（配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像）にある画素数（即ち、欠陥の面積）を取得しておいて、両者の画素数が大きく異なる場合には、画素数の少ない方の欠陥領域の輝度の平均値を0にする。従って、ノイズ等で生じた小領域の欠陥は無視される。上記のように、輝度の平均値だけでなく欠陥の大きさをも自動分類に利用した場合、小領域の輝度情報による誤判断を防止して欠陥分類の信頼性をより向上させることができる。

【0020】尚、上記装置Aでは、画像取り込み部2に顕微鏡2aを用いたが、これは通常のカメラ2bでは撮影困難な程の微小欠陥の分類を行う場合を示したものであって、対象が比較的大きな欠陥の場合は顕微鏡2aは不要である。また画像処理部3の画像メモリ(2)3cに格納される基準画像は、欠陥を含む検査画像を画像処理することによって作成しても良いし、あるいは配線の設計データから形成した画像や、欠陥のない位置を予め撮像しておいた画像であっても良い。さらに上記装置Aでは、検査画像と基準画像との差をとることによって、欠陥領域と欠陥を含まない領域における配線部あるいは非配線部の輝度を、一つの処理で抽出した。しかしこのような「画像の差をとる処理」は不可欠な処理ではなく、配線部あるいは非配線部の輝度を、それぞれ欠陥領域と欠陥を含まない領域とで抽出し、欠陥領域と欠陥を含まない領域における輝度の相対的な関係をコンピュータ4で比較しても良い。このような欠陥領域と欠陥を含まない領域とにおける各輝度の比較という処理は、基本的に被検査ウエハ1の照明装置（図1に示していない）の照射強度や、画像取り込み部2のカメラ2b・A/D変換器2cなどのオフセットなどが変化しても同一の輝度出力を得るために必要なものである。従って、このような心配のないときは、欠陥領域と欠陥を含まない領域とにおける各輝度の比較は不要であり、欠陥領域の輝度の絶対値を、予めコンピュータ4に設定された分類用の識別値のみに基づいて処理すれば良い。さらに、上記装置Aでは画像処理回路3aの画素輝度計算部3a2によ

り各画素の平均値が計算されたが、この平均値の代わりに各画素の輝度の和などの別の統計量を計算してもよい。

【0021】尚、上記装置Aの説明では、単純化するために「輝度」とのみ記した。周知のように、画像取り込み部2のカメラ2bがカラーカメラの場合は、R（赤）、G（緑）、B（青）のそれぞれの光強度が出力される。また、白黒カメラの場合でも、被検査ウエハ1とカメラ2bとの間にR、G、Bの波長の光を透過するフィルタ（図2には示していない）を取りつければ、R、G、Bそれぞれの光強度を取り出すことができる。従って、説明中の「輝度」は、R、G、Bのそれぞれの信号強度であっても良いし、それらを適当な量ずつ加えた信号強度でも、また白黒画像に変換された後の信号強度であっても良い。尚、上記装置Aの説明では、欠陥の種類のカテゴリ分けだけに限って説明したが、本発明は分類に特定されるものではなく、欠陥の検出についても利用できる。すなわち、同じ構造（ダイ）が同一ウエハ上に繰り返し現れる半導体ウエハなどの場合は、ダイどうしを比較することにより欠陥部を抽出することができる。例えば、3つのダイの同一部分を本発明の方法で抽出した時、配線部あるいは非配線部の輝度がすべてある許容範囲内で一致していれば、3つのダイの試験領域には欠陥が存在しないと判断できる。もし、1つのダイに他の2つとは異なる輝度が抽出されれば、そのダイの試験領域に欠陥が存在するということになる。

【0022】本発明を半導体製造プロセスで効果的に運用するためには、ほとんどの半導体工場に設置済みの欠陥検査装置から出力された欠陥位置について本発明の方法で調べれば良く、さらに欠陥を含まない位置の画像を取り込んで基準画像として用いる場合には、欠陥検査装置から出力される「欠陥を含まない位置」を基準画像の位置として画像取り込みに利用することができる。すなわち、欠陥位置も基準画像位置も欠陥検査装置から得ることができるため、効率的な欠陥分類が可能になる。この場合には、図2に示していないウエハをXY方向に移動できる試料台と、この試料台を欠陥検査装置から出力される欠陥位置、および欠陥を含まない位置に移動させるための試料台コントロール機構とを設ければ、さらに効率的な欠陥分類を実現することができる。以上のように、本発明では、欠陥のあるウエハの画像の輝度又は光強度を抽出し、該輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を分類するので、従来例のように欠陥の種類のカテゴリ分けが配線の突起・欠け・断線などの判断に止まることなく、さらに高度な欠陥分類方法ならびに装置を実現することができる。その結果、欠陥の種類を識別してその欠陥の発生したプロセスを特定できるので、該当プロセスの問題を迅速に抽出することができる。

【0023】

【発明の効果】上記したように、第1の発明は、半導体



ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域における配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度を抽出し、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法として構成されている。このため、従来例のように欠陥の種類の分類が配線の突起・欠け・断線などの判断に止まることなく、さらに高度な欠陥分類方法を実現することができる。その結果、欠陥の種類を識別してその欠陥の発生したプロセスを特定できるので、該当プロセスの問題を迅速に抽出することができる。また、第2の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出し、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対的な関係に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法として構成されている。このため、例えば半導体ウエハ上に複数の配線材料が用いられる等して製造プロセスが複雑になっている場合でも、欠陥が発生したプロセスを特定することができ、高度な欠陥分類を行うことができる。また、第3の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する方法において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃淡差画像を作成し、上記濃淡差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成し、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像を作成し、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理し、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類方法として構成されている。上記半導体ウエハの欠陥分類方法では、上記濃淡差画像及び基準画像を例えば2値化することにより、欠陥判別の対象となる画像情報を特定しているから、コンピュータ等による欠陥分類のための演算処理が軽減されると共に、欠陥の分類自体は、欠陥領域の輝度又は光強度に基づいて行われるから、高度な分類を行うことが可能となる。

【0024】さらに、上記半導体ウエハの欠陥分類方法において、上記濃淡差画像を2値化して2値化画像を作成し、該2値化画像を拡大処理することにより欠陥領域抽出画像を作成すれば、例えば検査対象を撮像する光学手段の分解能不足のためにあいまいとなった上記配線領域と非配線領域との境界部分の輝度情報や画像中のノイズ等の影響を除去して欠陥の分類性能をより向上させることができる。例えば、上記2値化画像を上記ウエハの配線に対して直交する方向へ所定量だけ拡大すれば、欠陥分類時の基準となる画像内で上記境界部分やノイズの

占める割合が減少するから、誤判断の原因となる情報の影響を受けにくくなり、欠陥分類の信頼性が向上する。また、上記半導体ウエハの欠陥分類方法において、上記アンド処理により作成された配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像の画素数と、輝度値若しくは光強度の平均値とに基づいて欠陥の処理の種類を判別すれば、欠陥の輝度値若しくは光強度の平均値だけでなく、欠陥の大きさからも欠陥を分類することができるので、ノイズ等により生じた小欠陥領域にある情報をないものとして扱い欠陥の判別からその影響を除去することができる。従って、欠陥分類の信頼性が向上する。また、上記判別を欠陥の発生プロセスを特定するために用いれば、欠陥が発生したプロセスに迅速にフィードバックをかけることができ、半導体ウエハの製造プロセスにおいて歩留りや製品の性質を向上させることができる。

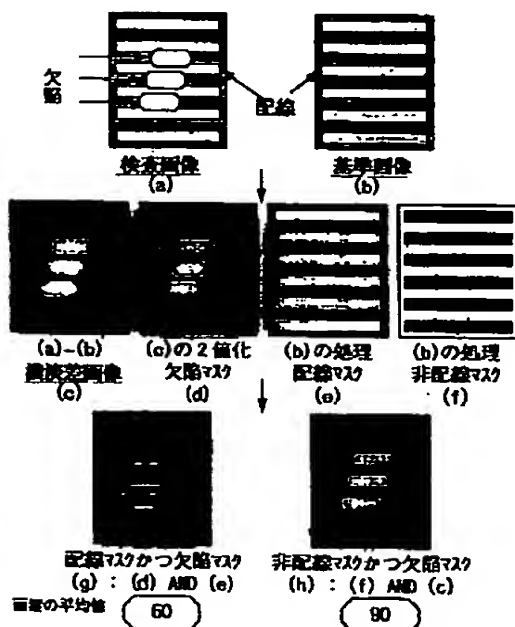
【0025】また、第4の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域における配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度を抽出する第1の抽出手段と、上記抽出された輝度又は光強度に基づいて欠陥の種類を判別する第1の判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置として構成されている。このため、従来例のように欠陥の種類の分類が配線の突起・欠け・断線などの判断に止まることなく、さらに高度な欠陥分類装置を実現することができる。その結果、欠陥の種類を識別してその欠陥の発生したプロセスを特定できるので、該当プロセスの問題を迅速に抽出することができる。また、第5の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像とにおける配線部及び／若しくは非配線部の輝度又は光強度をそれぞれ抽出する第2の抽出手段と、上記それぞれ抽出された輝度又は光強度間の相対的な関係に基づいて欠陥の種類を判別する第2の判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置として構成されている。このため、上記第2の発明方法を適用して、製造プロセスが複雑であっても、欠陥が生じたプロセスを特定することが可能である。また、第6の発明は、半導体ウエハを撮像して得られた画像に基づいて該ウエハの欠陥を分類する装置において、上記画像中の欠陥領域の画像と、無欠陥領域の基準画像との差をとることによって濃淡差画像を作成する濃淡差画像作成手段と、上記濃淡差画像を処理して欠陥領域抽出画像を作成する欠陥領域抽出画像作成手段と、上記基準画像を処理して配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像を作成する配線部／非配線部抽出画像作成手段と、上記濃淡差画像と、上記欠陥領域抽出画像と、上記配線部抽出画像及び／若しくは非配線部抽出画像とをアンド処理するアンド処理手段と、上記アンド処理出力に基づいて欠陥の種類を判別する欠陥

判別手段とを具備してなることを特徴とする半導体ウエハの欠陥分類装置として構成されている。このため上記第3の発明方法を適用して、上記欠陥判別手段の処理を軽減することができるから、高速に欠陥の生じたプロセスを特定することができる。

【0026】さらに、上記欠陥領域抽出画像作成手段により、上記濃淡差画像を2値化すると共に、2値化して得た2値化画像を拡大処理すれば、画像中に含まれるノイズ等の影響を受けにくくなり装置の信頼性をより向上させることができる。上記装置において、例えば、上記拡大処理により上記2値化画像を上記ウエハの配線に対して直交する方向へ所定量だけ拡大すれば、欠陥の種類を特定する場合に求める輝度値若しくは光強度の平均値から上記ノイズ等の影響を除去することができる。さらに、上記欠陥判別手段により、上記アンド出力により定められた配線部欠陥濃淡画像及び非配線部欠陥濃淡画像の画素数と、輝度値若しくは光強度の平均値とに基づいて欠陥の種類を判別すれば、輝度値若しくは光強度の平均値のみで欠陥を分類する場合と較べて、欠陥の大きさの相対的な関係を考慮することができるから、欠陥分類の信頼性をより向上させることができる。さらには、上記判別により欠陥の発生プロセスを特定すれば、欠陥が発生したプロセスに迅速にフィードバックをかけることができ、半導体ウエハの製造プロセスにおける歩留りや製品の品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図7】



【図1】 本発明の実施の形態及び実施例に係る半導体ウエハの欠陥分類方法の概略構成を示すフロー図。

【図2】 上記方法を適用可能な装置Aの概略構成を示すブロック図。

【図3】 装置Aの動作の基本原則を示す説明図。

【図4】 装置Aの動作の基本原則を示す説明図。

【図5】 欠陥の生じるメカニズムを示す説明図。

【図6】 欠陥の生じるメカニズムを示す説明図。

【図7】 誤った輝度情報による誤判断の一例を示す図。

【図8】 誤判断を防止する技術の説明図。

【図9】 従来の半導体ウエハの欠陥分類装置A<sub>0</sub>の一例における概略構成を示すブロック図。

【図10】 従来装置A<sub>0</sub>の動作の基本原則を示す説明図。

【符号の説明】

A…半導体ウエハの欠陥分類装置

1…半導体ウエハ

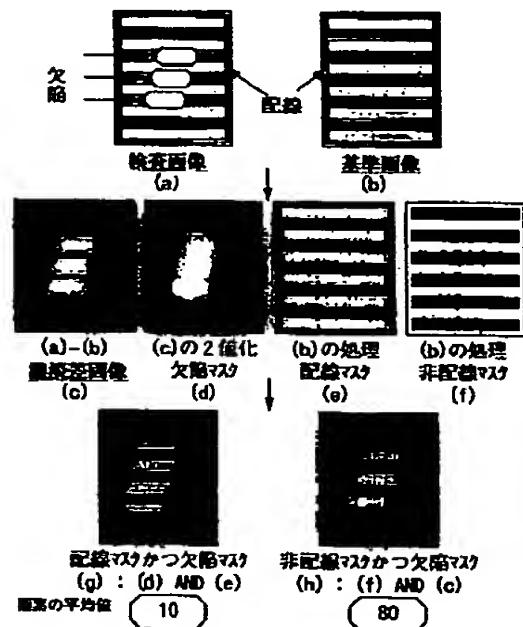
2…画像取り込み部

3…画像処理部（第1の抽出手段、第2の抽出手段、濃淡差画像作成手段、欠陥領域画像抽出手段、配線部/非配線部画像抽出手段、アンド処理手段に相当）

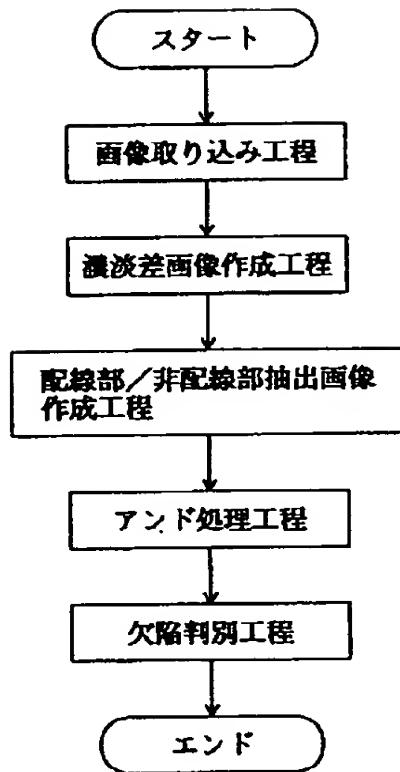
4…コンピュータ（第1の判別手段、第2の判別手段、欠陥判別手段に相当）

5…出力装置

【図8】



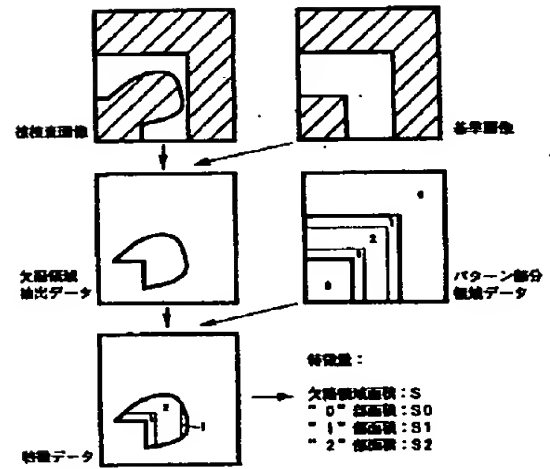
【図1】



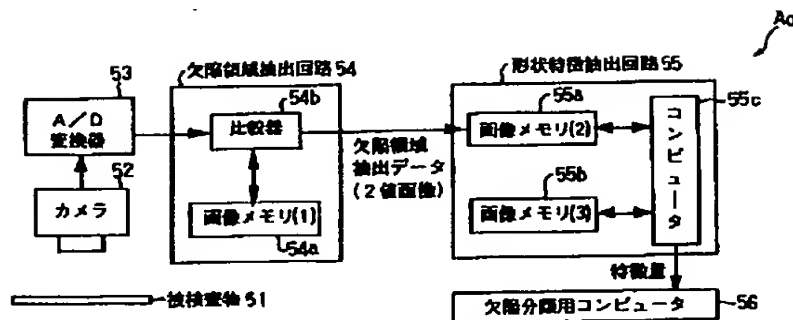
第1の抽出工程  
又は  
第2の抽出工程

第1の判別工程  
又は  
第2の判別工程

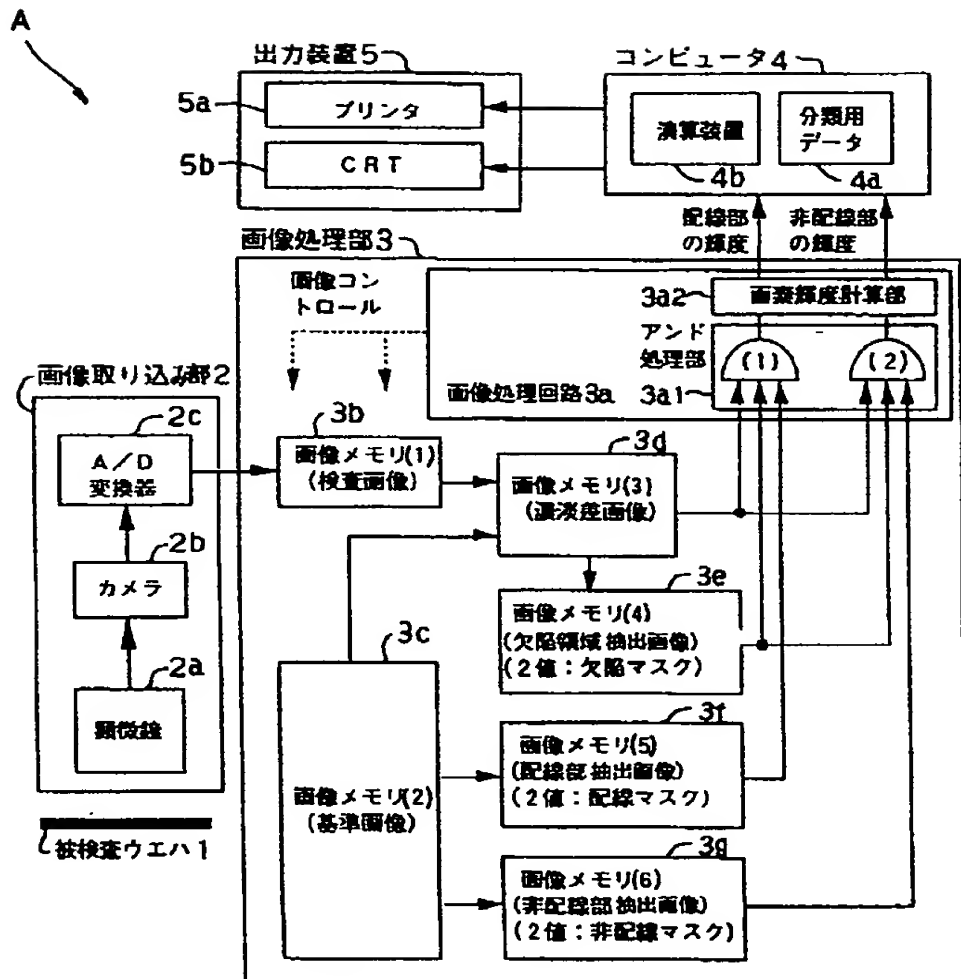
【図10】



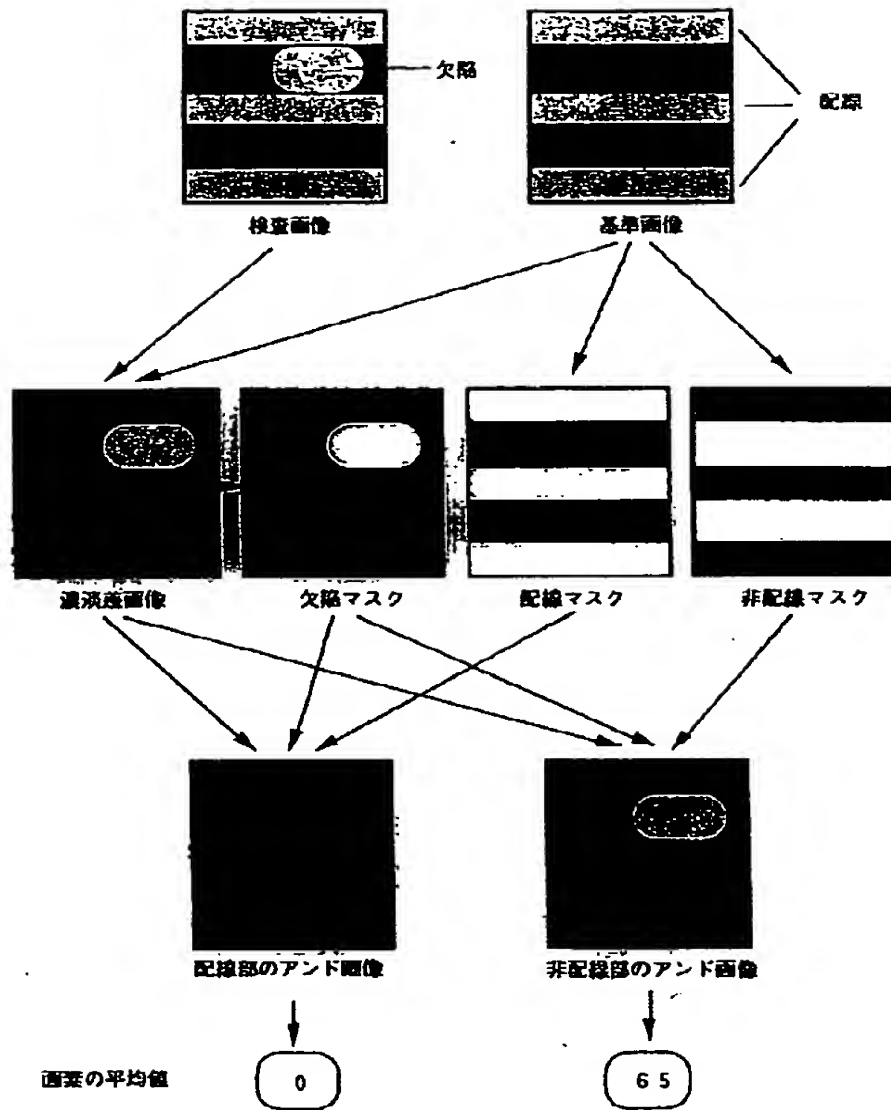
【図9】



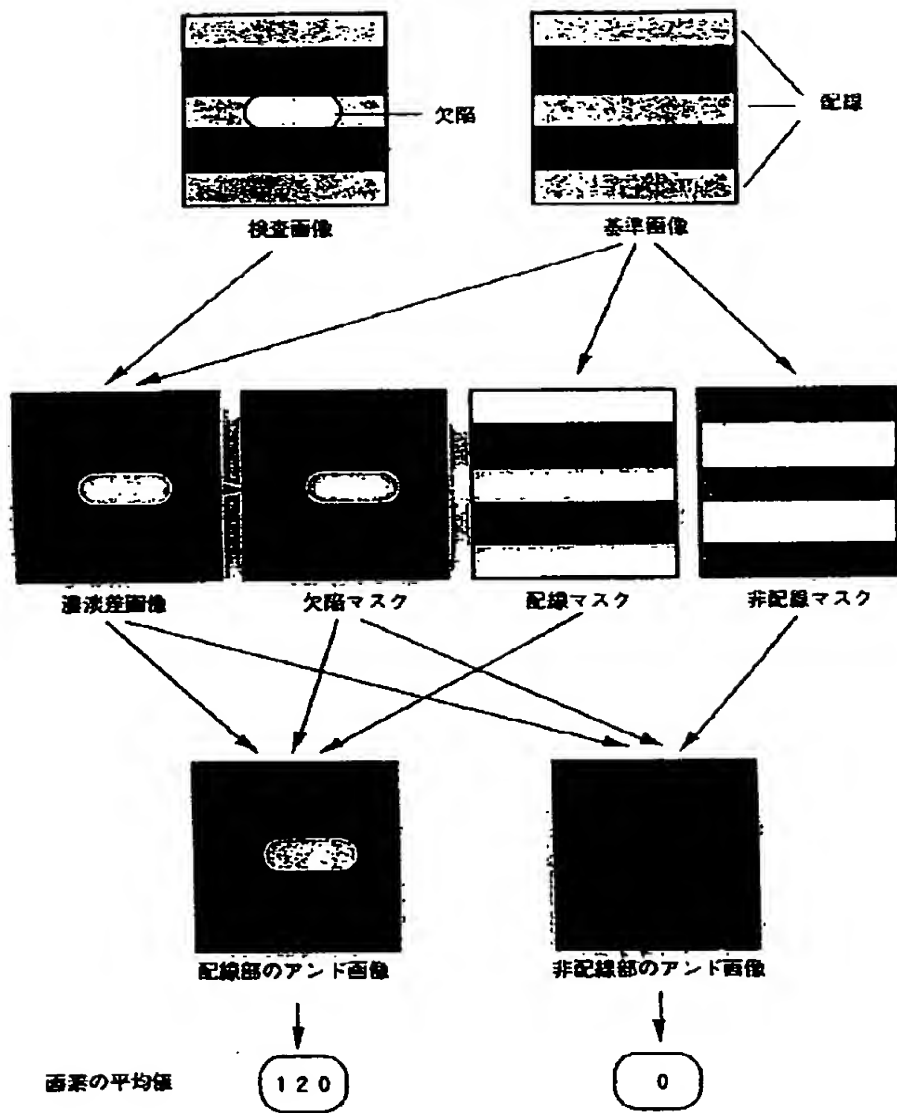
【図2】



【図3】

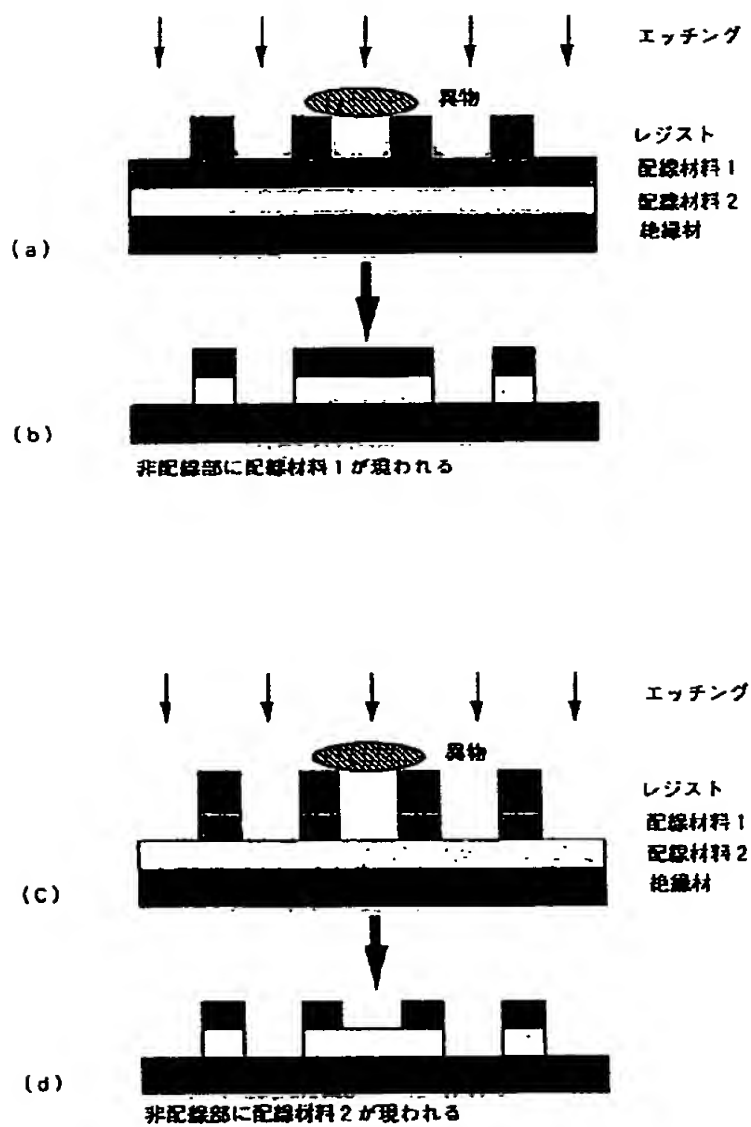


【図4】

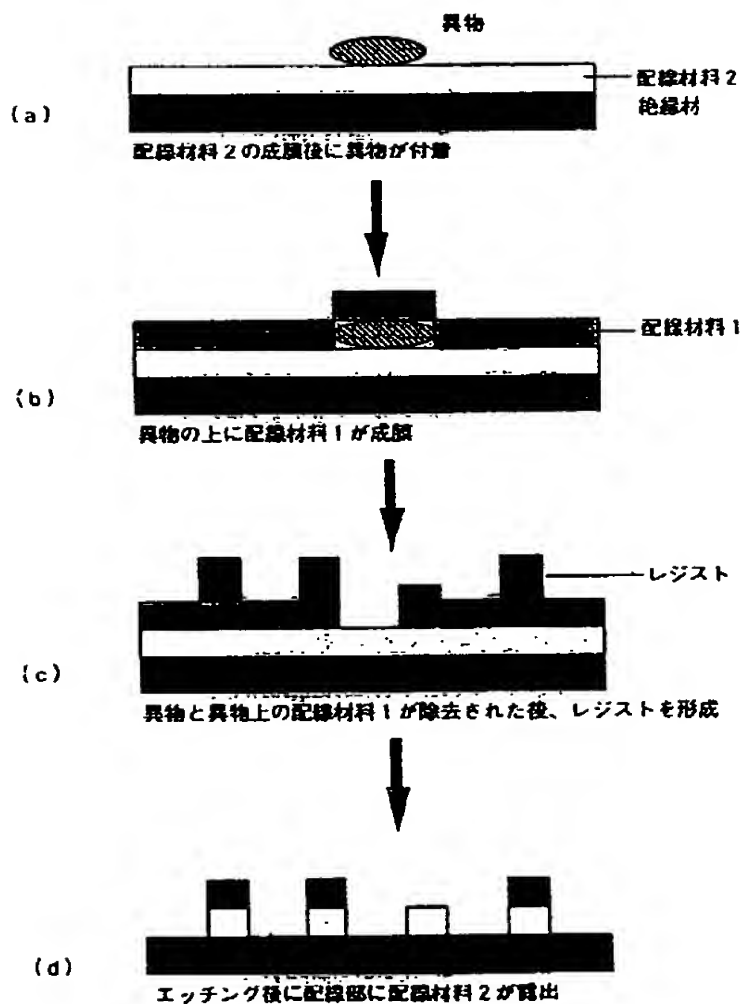




【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(72)発明者 森本 勉  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 住江 伸吾  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 後藤 有一郎  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 高橋 英二  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 神戸 章史  
兵庫県西脇市平野町302番地の2 ケーテ  
ィーアイ・セミコンダクター株式会社内

(72)発明者 岡本 啓  
兵庫県西脇市平野町302番地の2 ケーテ  
ィーアイ・セミコンダクター株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**